

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-147460

(43)Date of publication of application : 21.05.2003

(51)Int.Cl.

C22C 9/10
C22C 9/02
C22C 9/04
C22C 9/05
C22C 9/06

(21)Application number : 2001-346584

(71)Applicant : SHIGA VALVE COOPERATIVE

(22)Date of filing : 12.11.2001

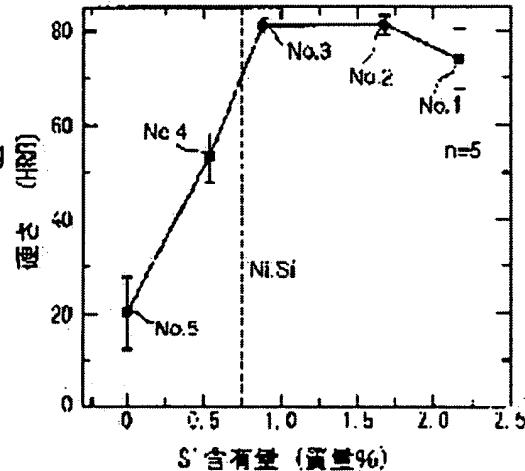
(72)Inventor : KOBAYASHI TAKESHI
MARUYAMA TORU

(54) LEAD-FREE COPPER ALLOY FOR CASTING HAVING EXCELLENT MACHINABILITY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lead-free copper alloy for castings, which exhibits excellent machinability even without adding lead causing pollution of water, has excellent mechanical properties such as strength, and is useful as the stock for a faucet, or a plug contacted with water or the like.

SOLUTION: The lead-free copper alloy for castings has a composition containing 0.5 to 2.5% Si, and containing 0.5 to 4% Mn and/or 0.5 to 3.5% Ni, and in which Mn₅Si₃ compounds and/or Ni₂Si compounds and dispersed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-147460

(P2003-147460A)

(43)公開日 平成15年5月21日(2003.5.21)

(51)Int.Cl.⁷

C 22 C 9/10
9/02
9/04
9/05
9/06

識別記号

F I

C 22 C 9/10
9/02
9/04
9/05
9/06

テーマート(参考)

審査請求 未請求 請求項の数5 O.L (全7頁)

(21)出願番号

特願2001-346584(P2001-346584)

(22)出願日

平成13年11月12日(2001.11.12)

(71)出願人 501439633

滋賀バルブ協同組合

滋賀県彦根市岡町52番地

(72)発明者 小林 武

大阪府豊中市新千里東町2-5-△12-404

(72)発明者 丸山 徹

大阪府吹田市佐井寺町4-4-4-201

(74)代理人 10006/828

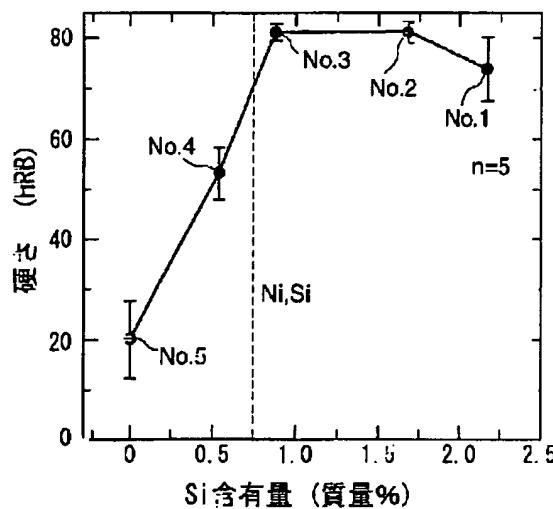
弁理士 小谷 優司 (外1名)

(54)【発明の名称】被削性に優れた鋳物用無鉛銅合金

(57)【要約】

【課題】水質悪化を招く鉛を含有させずとも優れた被削性を発揮すると共に、強度等の機械的特性にも優れ、水栓金具や接水栓等の素材として有用な鋳物用無鉛銅合金を提供することにある。

【解決手段】本発明の鋳物用無鉛銅合金は、Si:0.5~2.5%を含有すると共に、Mn:0.5~4%および/またはNi:0.5~3.5%を含有し、且つMn₅Si₃化合物および/またはNi₂Si化合物が分散したものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 $Si: 0.5\sim2.5\%$ (質量%の意味、以下同じ)を含有すると共に、 $Mn: 0.5\sim4\%$ および/または $Ni: 0.5\sim3.5\%$ を含有し、且つ Mn_5Si_3 化合物および/または Ni_2Si 化合物が分散されたものであることを特徴とする快削性に優れた銅物用無鉛銅合金。

【請求項2】 更に、 $Sn: 4.5\%$ 以下 (0%を含まない)を含有するものである請求項1に記載の銅物用無鉛銅合金。

【請求項3】 更に、 $Al: 0.01\%$ 以下 (0%を含まない)を含有するものである請求項1または2に記載の銅物用無鉛銅合金。

【請求項4】 更に、 $Zn: 1.1\%$ 以下 (0%を含まない)を含有するものである請求項1～3のいずれかに記載の銅物用無鉛銅合金。

【請求項5】 更に、 $P: 0.05\%$ 以下 (0%を含まない)を含有するものである請求項1～4のいずれかに記載の銅物用無鉛銅合金。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被削性に優れた銅物用銅合金に関するものであり、殊に人体に有害な鉛を積極的に含有させずとも優れた被削性を発揮すると共に、強度等の機械的特性にも優れた銅物用無鉛銅合金に関するものである。

【0002】

【従来の技術】銅合金は、導電性や熱伝導性に優れていることから、従来から各種電気部品等の素材として広く使用されている。また銅合金のうち銅物用銅合金については、JIS H5120に各種規定されており、バルブ胴体、給水栓、軸受等、各種用途で使用されることが予定されている。

【0003】ところで、上下水道の水栓金具や一般配管用の接水栓には、銅物用銅合金が一般に使用されており、特に上記JIS H5120に規定されているもののうち、CAC203合金等の黄銅系 ($Cu-Zn$ 系) の銅合金やCAC403, 406等の青銅系 ($Cu-Sn$ 系、 $Cu-Sn-Pb-Zn$ 系) 等がその素材として知られている。

【0004】上記の様な水栓金具や接水栓等に使用される場合には、耐圧性、耐磨耗性、鋳造性、機械的特性 (強度や硬さ) の他、被削性が良好であることも要求されるのであるが、こうした被削性を向上させる手段として、鉛 (Pb) を含有させることが良く知られており、上記銅物用銅合金のうちCAC406は鉛を4～6%程度含有させることによって被削性を向上させたものである。

【0005】しかしながら、鉛を含有させた銅物用銅合金によって水栓金具や給水栓等を製作すると、その中に

含まれる有害な鉛が飲料水中に溶出して水質悪化を招き、人体に悪影響を及ぼすことが指摘されている。

【0006】こうしたことから、鉛を積極的に含有させずに被削性を向上させる銅物用銅合金がこれまでにも様々提案されている。こうした合金としては、 $Cu-Zn-Bi$ -ミッシュメタル系合金 (特開平5-255778号)、 $Cu-Sn-Zn-Bi$ 系合金 (特公平5-63536号)、 $Cu-Sn-Zn-Bi$ -ミッシュメタル系合金 (特開平5-279771号) 等が知られている。これらの銅合金は、快削性元素として鉛の代わりにBiやミッシュメタルを含有させるものであり、こうした技術の開発によって鉛による害を防止しつつ比較的良好な被削性を維持できたのである。

【0007】しかしながら、これまで開発されている銅合金では、強度、伸び、硬さ等の機械的特性が、従来の規格銅合金よりも劣化したものとなる場合があり、更なる改善が望まれているのが実情である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこうした状況の下になされたものであって、その目的は、水質悪化を招く鉛を含有させずとも優れた被削性を発揮すると共に、強度、伸び、硬さ等の機械的特性にも優れ、水栓金具や接水栓等の素材として有用な銅物用無鉛銅合金を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成し得た本発明の銅物用無鉛銅合金とは、 $Si: 0.5\sim2.5\%$ を含有すると共に、 $Mn: 0.5\sim4\%$ および/または $Ni: 0.5\sim3.5\%$ を含有し、且つ Mn_5Si_3 化合物および/または Ni_2Si 化合物が分散したものである点に要旨を有するものである。

【0010】また本発明の銅物用無鉛銅合金には、必要によって (a) $Sn: 4.5\%$ 以下 (0%を含まない)、(b) $Zn: 1.1\%$ 以下 (0%を含まない)、(c) $Al: 0.01\%$ 以下 (0%を含まない)、(d) $P: 0.05\%$ 以下 (0%を含まない)、等を含有させることも有効であり、含有される成分に応じて銅合金の特性が改善される。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明者らは、被削性を実現するべく、様々な角度から検討した。その結果、 Si を必須成分として含有すると共に、 Mn や Ni の含有量を適切な範囲に調整し、且つ金属組織中に Mn_5Si_3 化合物や Ni_2Si 化合物が形成・分散した銅合金では、上記目的が見事に達成されることを見出し、本発明を完成した。本発明の銅物用銅合金によって、上記のような効果が得られる理由についてはその全てを解明し得た訳ではないが、おそらく次の様に考えることができた。

【0012】銅物用銅合金が凝固する際には、デンドラ

イト（樹枝状晶）が形成され、このデンドライト間に微小な空隙（気泡）を残しながら凝固が完了し（最終凝固領域）、それが巣となることは知られているのであるが、Si, Mn, Ni等を含有させることによって、巣の原因となる気泡中にこれらの元素の融液が流れ込んで上記化合物を形成することになる。そして、その結果として巣の発生を抑制しつつ強度等の機械的特性が向上するものと考えられた。また、こうした化合物の存在によって、切削の際の切り屑が分断されやすくなり（切り屑が細かくなり）、被削性が向上するものと考えられた。

【0013】本発明の無鉛銅合金では、Siを必須成分として含む他、所定量のMnやNiを含有するものであるが、これらの範囲限定理由は下記の通りである。

【0014】Si: 0.5~2.5%

Siは、MnやNiと結合して、 Mn_5Si_3 化合物や Ni_2Si 化合物を形成させて銅合金の機械的強度および被削性を向上させるのに有用な元素である。こうした効果を発揮させる為には、Si含有量は少なくとも0.5%以上とする必要があるが、2.5%を越えて過剰に含有されると銅合金が硬くなり過ぎて脆くなる。尚、Si含有量の好ましい下限は0.6%であり、より好ましくは0.8%以上とするのが良い。また、Si含有の好ましい上限は2.3%であり、より好ましくは2.0%以下とするのが良い。

【0015】Mn: 0.5~4%および/またはNi: 0.5~3.5%

MnおよびNiは、Siと結合して Mn_5Si_3 化合物や Ni_2Si 化合物を形成して上記の効果を発揮させるのに有用な元素である。またNiは、溶湯の流動性（湯流れ性）を高めて鋳造性を改善する効果も発揮する。こうした効果を発揮させるためには、いずれも0.5%以上含有させる必要があるが、過剰に含有されると上記化合物の量が多くなって銅合金が却って脆くなってしまう。また、Mnを過剰に含有させると、溶湯の湯流れ性が悪くなって鋳造性が悪化する。こうしたことから、Mnについては4%以下、Niについては3.5%以下と規定した。尚、Mn含有量の好ましい下限は0.7%であり、より好ましくは1.0%以上とするのが良い。またMn含有量の好ましい上限は3.5%であり、より好ましくは3.0%以下とするのが良い。一方、Ni含有量の好ましい下限は0.7%であり、より好ましくは1.0%以上とするのが良い。またNi含有量の好ましい上限は3.0%であり、より好ましくは2.0%以下とするのが良い。

【0016】本発明の銅合金における基本的な化学成分組成は上記の通りであり、残部は実質的に銅（Cu）からなるものであるが、必要によってSn, Zn, Al, Pb等を含有させることも有効である。これらを含有させるとときの範囲限定理由は下記の通りである。尚、「実質的に銅」とは、本発明の銅合金にはCu以外にその特性

を阻害しない程度の微量元素（許容成分）を含み得るものであり、こうした許容成分としては、例えばSb, Fe等の元素や、Pb等の不可避不純物が挙げられる。また、こうした観点からして、Pbについても水質悪化を招かない程度（0.5%以下）であれば、不可避不純物として許容できるものである。

【0017】Sn: 4.5%以下（0%を含まない）
Snは銅合金の硬さを向上させる効果を発揮する。また、後述するZnが同時に含有される場合には、脱亜鉛腐食を抑制する効果を発揮する。こうした効果は、その含有量が多くなるほど大きくなるが、過剰に含有されると機械的特性を劣化させるので（後記図2~4参照）、4.5%以下にすべきである。

【0018】Al: 0.01%以下（0%を含まない）
Alは銅合金の機械的特性の向上に有効な元素であるが、過剰に含有されると溶湯の流動性を悪化させるので、その含有量は0.01%以下にすべきである。

【0019】Zn: 1.1%以下（0%を含まない）
Znは銅合金の機械的特性の向上に有効な元素であるが、過剰に含有されると β 相が析出するので、その含有量は1.1%以下にすべきである。

【0020】P: 0.05%以下（0%を含まない）
Pは溶湯の流動性の向上に有効な元素であるが、過剰に含有されると銅合金を脆化させるので、その含有量は0.05%以下にすべきである。

【0021】本発明の銅合金は、金属組織中に Mn_5Si_3 化合物や Ni_2Si 化合物が分散されることによって上記の効果を発揮するものであるが、こうした化合物は化学成分組成を適切に調整して溶解・凝固させることによって必然的に形成されることになる。但し、本発明の効果を有効に発揮させる為には、これらの化合物の含有量が2~10%程度となる様に適切に調整することが推奨される。また、これらの化合物を形成され後の余剰の成分は固溶強化などによって、硬さを予想以上に高めたりすることがあるので（後記実施例1参照）、上記化合物における化学量論組成を考慮して、SiとMnやNiの含有量の割合を適切に調整することが好ましい。

【0022】尚、上記の様な本発明の銅合金を用いて鋳物を製造するに当たっては、砂型鋳造、金型鋳造、遠心鋳造、精密鋳造等、これまで一般的に行われている方法を採用することができる。

【0023】以下、本発明を実施例によって更に詳細に説明するが、下記実施例は本発明を限定する性質のものではなく、前・後記の趣旨に従して設計変更することはいずれも本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【0024】

【実施例】実施例1

下記表1に化学成分組成を示す各銅合金を、常法に従って溶解・鋳造した。得られた銅合金鋳物について、硬さ試験を行った。表1に示した各成分の値（含有量）は、

蛍光X線分析装置〔エレメント・アライザーJSX-3202(商品名:日本電子株式会社製)〕によって測定した値である。また、硬さ試験については、試験片をエミリー紙で研磨した後、ロックウェル硬さ試験機Bス

ケールによって測定した。

【0025】

【表1】

No.	化学成分組成(質量%)					備考
	Sn	Zn	Ni	Si	Cu	
1	4.07	5.72	2.89	2.16	残部	本発明合金
2	3.80	5.57	2.97	1.66	残部	本発明合金
3	4.05	5.20	3.11	0.83	残部	本発明合金
1	3.77	5.68	2.99	0.54	残部	本発明合金
5	3.21	5.49	3.10	—	残部	比較合金

【0026】測定結果(Si含有量と硬さの関係)を、図1に示すが(n=5回の平均値)、この結果から次のように考察できる。まずSi含有量が0.5~2.5%程度で、HRB50以上の硬さが達成されていることが分かる。また、Si含有量が0.83%であるNo.3のものは、Siを比較的多く含有させたNo.2のものと同程度の高い値を示したが、これは理論上ではSiが余ることなくNi₂Si化合物の晶出に使われるはずであったが(Ni:3%でSi:0.72%がNi₂Si化合物の化学量論組成)、Siが余った為に銅合金中に固溶強化を起こして硬くなつたと考えられる。

【0027】一方、Si含有量が0.54%ではNi₂SiだけでSiの固溶が起らなかつたので、硬さがNo.3のものよりも低下したものと考えられる。また、

Siを含有させなかつたもの(No.1)では、Ni₂Si化合物の晶出がなく、Niの固溶だけが生じているので柔らかくなつたと考えられる。

【0028】実施例2

下記表2に化学成分組成を示す各銅合金を、常法に従つて溶解・鋳造した。得られた銅合金鋳物について、各種機械的特性(引張強さ、伸びおよび硬さ)を調査した。測定結果を表2に併記するが、この結果から明らかのように、本発明で規定する要件を満足する銅合金鋳物では、引張強さや伸びの点で従来の銅合金(CAC403, CAC406)と遜色がないことが分かる。

【0029】

【表2】

No.	化学成分組成(質量%)							引張強さ (MPa)	伸び (%)	硬さ (HRB)	備考
	Sn	Zn	Ni	Si	Mn	その他	Cu				
6	0	10.52	1.37	1.52	3.85	—	残部	413	22.2	55.7	本発明合金
7	1.71	8.45	1.31	1.34	3.75	—	残部	437	15.6	57.7	本発明合金
8	2.72	7.27	1.42	1.29	3.75	—	残部	403	16.5	66.6	本発明合金
9	4.48	5.32	1.50	1.25	3.21	—	残部	493	10.0	81.9	本発明合金
10	4.62	5.84	1.53	1.38	3.06	0.11(Pb+Fe+P)	残部	352	5.6	76.8	本発明合金
11	9.37	2.18	—	—	—	0.28(Pb)	残部	(245)	(15)	63.2	CAC403
12	4.46	3.24	—	—	—	4.72(Pb)	残部	(196)	(15)	28.1	CAC406

()内の数値はJISを参照

【0030】上記結果に基づき、本発明の銅合金について(No.6~9)、Sn含有量と引張強さとの関係を図2に、Sn含有量と伸びの関係を図3に、Sn含有量と硬さとの関係を図4に、夫々CAC403およびCAC406の特性と比較して示す。尚、図2、3においては、No.9銅合金鋳物について、650°Cで2時間保持後徐冷したときの値についても示した。

【0031】これらの結果から、次のように考察できる。まず引張強さに関しては、Sn含有量にあまり影響されないが、含有量が4.5%程度になると引張強さが低下してくることが分かる。但し、こうした特性低下

は、焼鈍処理によってある程度回復できるものである。また、伸びに関しては、Si含有量が増加するにつれて低下する傾向を示し、Si含有量が4.5%を越えると焼鈍処理によても回復できないことが分かる。更に、硬さに関しては、Si含有量が増加するにつれて硬くなる傾向があり、Si含有量が4.5%を越えると脆くなることが予想される。

【0032】実施例3

上記表2のNo.9に示した銅合金鋳物について、被削性について評価した。このとき、被削性は切り込み量を0.5mmと1.0mmの2通りで切削し、生じた切り

屑の個数で評価した。尚、この切り屑の個数は、多ければ多いほど切り屑が細かくなつて被削性が良好であると評価できる。

【0033】その結果を、CAC403, 406と比較して図5に示す。この結果から明らかのように、本発明の銅合金は、Pbを含有したCAC406の被削性には及ばないものの、Pbを含有していない一般的な銅合金と比べて被削性が向上していることがわかる。

【0034】実施例4

上記表2のNo. 9, 10の各銅合金について、光学顕微鏡にて組織を観察した。このとき、腐食液としては15%過硫酸アンモニウムを用い、銅合金を腐食させた後の組織について観察した。その結果を、図6および図7(いずれも図面代用顕微鏡写真)に夫々示す。これらの図において、黒く見える部分はデンドライトの樹間部(最終凝固領域)であり、その他の部分(白く見える部分)は銅マトリクスである。

【0035】一方、上記No. 9の銅合金について、走査型電子顕微鏡(SEM)によってその組織を観察した。その結果を、図8(a) (図面代用顕微鏡写真)に示す。また、組織中の各成分(Si, MnおよびNi)の分布状態をSEMによって観察した。その結果を、図8(b)～(d)に夫々示す。

【0036】図8(a)において、黒く見える部分は最終凝固領域であり、前記図6, 7の黒く見える部分と対応するものである。また、図8(b)～(d)から、Si, MnおよびNiは、最終凝固領域に集中していることが分かる。

【0037】これらの結果から、次の様に考察できる。

即ち、最終凝固領域は、Si, Mn, Ni等を含有させない合金では、巣になるのであるが、本発明の銅合金では、巣の原因となる空隙中にこれらの元素の融液が流れ込んで上記化合物を形成し、巣の発生を抑制すると考えられるのである。

【0038】

【発明の効果】本発明は以上の様に構成されており、水質悪化を招く鉛を含有させずとも優れた被削性を発揮すると共に、強度等の機械的特性にも優れた鋳物用無鉛銅合金が実現でき、この銅合金は水栓金具や接水栓等の素材として有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の銅合金におけるSi含有量と硬さの関係を示したグラフである。

【図2】本発明の銅合金におけるSn含有量と引張強さの関係を示したグラフである。

【図3】本発明の銅合金におけるSn含有量と伸びの関係を示したグラフである。

【図4】本発明の銅合金におけるSn含有量と硬さの関係を示したグラフである。

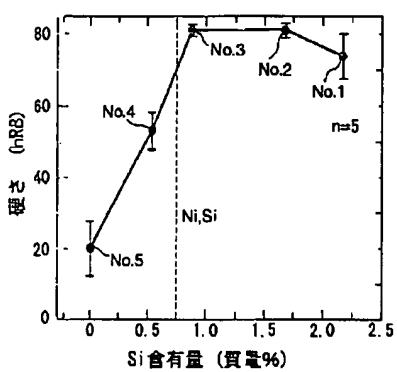
【図5】本発明の銅合金No. 9の被削性を従来の銅合金CAC403, 406と比較して示したグラフである。

【図6】表2のNo. 9の銅合金における組織を示す図面代用顕微鏡写真である。

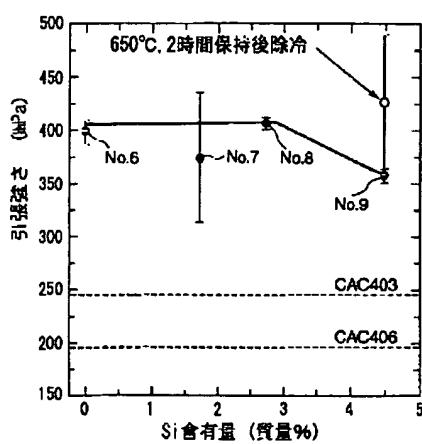
【図7】表2のNo. 10の銅合金における組織を示す図面代用顕微鏡写真である。

【図8】表2のNo. 9の銅合金における組織および各成分の分布を示す図面代用顕微鏡写真である。

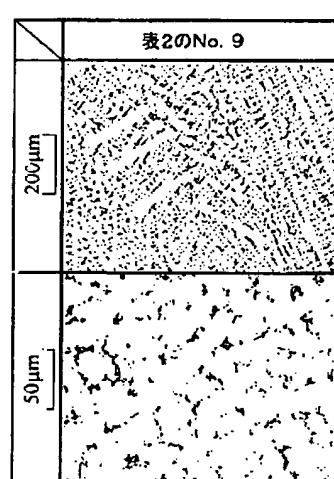
【図1】



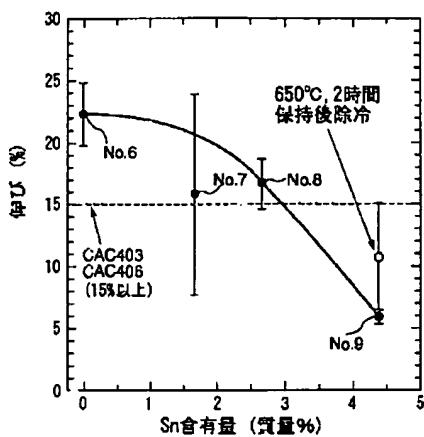
【図2】



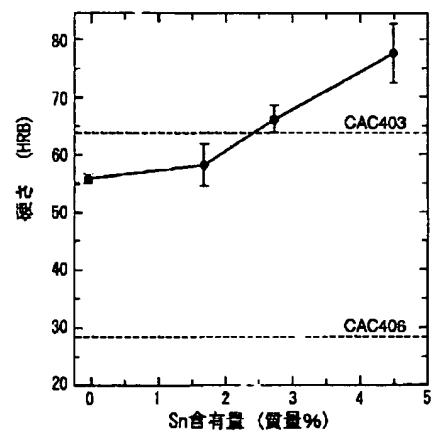
【図6】



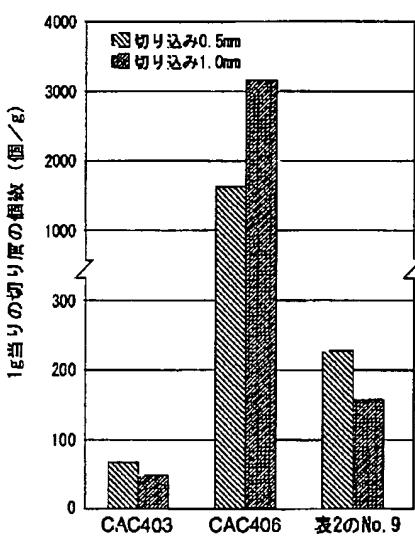
【図3】



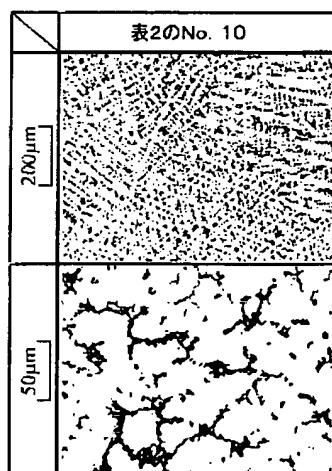
【図4】



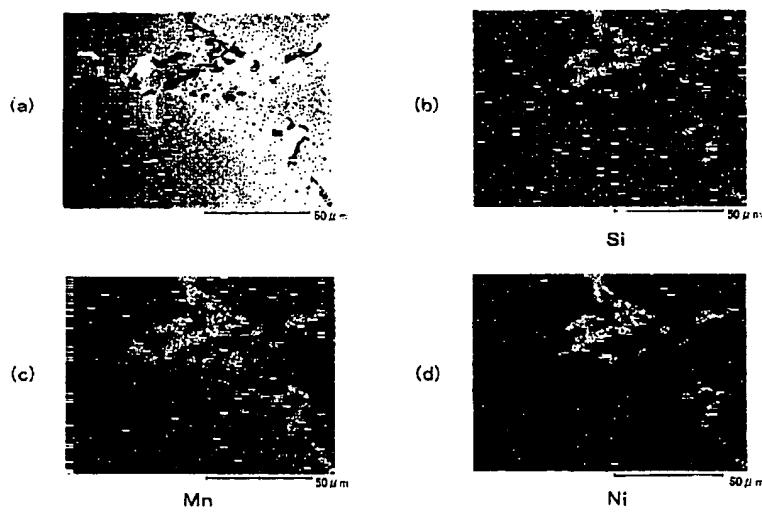
【図5】



【図7】



【図8】



Best Available Copy